



03560.00337

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)
Keiji EMOTO) : Examiner: Unassigned
Application No.: 10/674,359) : Group Art Unit: Unassigned
Filed: October 1, 2003) :
For: EUV EXPOSURE APPARATUS WITH COOLING) December 2, 2003
DEVICE TO PREVENT OVERHEAT OF :
ELECTROMAGNETIC MOTOR IN VACUUM)

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

In support of Applicant's claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed is one certified copy of the following foreign application:

JAPAN 2002-308058, filed October 23, 2002.

Applicant's undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C., office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,

Attorney for Applicant
Steven E. Warner
Registration No. 33,326

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 2 年 1 0 月 2 3 日

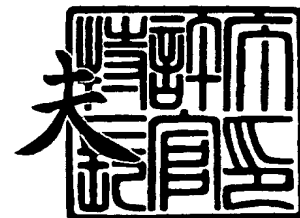
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 3 0 8 0 5 8
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 0 8 0 5 8]

出 願 人
Applicant(s): キヤノン株式会社

2 0 0 3 年 1 1 月 1 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 4784067

【提出日】 平成14年10月23日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明の名称】 E U V 露光装置

【請求項の数】 1

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号キャノン株式会社
内

【氏名】 江本 圭司

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

【氏名又は名称】 キャノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【電話番号】 03-3758-2111

【代理人】

【識別番号】 100090538

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号キャノン株式会社
内

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 恵三

【電話番号】 03-3758-2111

【選任した代理人】

【識別番号】 100096965

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
社内

【弁理士】

【氏名又は名称】 内尾 裕一

【電話番号】 03-3758-2111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011224

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908388

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 E U V 露光装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 原板ステージ上の原板のパターンを基板ステージ上の基板に真空雰囲気内で露光する E U V 露光装置において、前記原板ステージと前記基板ステージの少なくとも一方を駆動する真空雰囲気内の電磁力モータと、前記電磁力モータの発熱による前記電磁力モータの過熱破損を防止するために前記電磁力モータを冷却する冷却手段を有することを特徴とする E U V 露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、原板としてのマスク上のパターンを基板としての半導体ウエハ上に真空雰囲気中で投影露光する E U V 露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体集積回路等の半導体デバイスや、マイクロマシン、薄膜磁気ヘッド等の微細なパターンが形成されたデバイスの製造では、原版であるマスクを介して被転写体である基板上に光（可視光または紫外線）や X 線等を照射することによって、基板上に所望のパターンを形成している。

【0003】

半導体集積回路を製造する場合であれば、所望の回路パターンに対応したマスクをレジストが表面に塗布された半導体ウエハに対して用意し、マスクを介して半導体ウエハに光や X 線を照射し、レジストを選択的に露光して回路パターンを転写した後、エッチング工程や成膜工程を行う。露光工程を含む斯かる工程を繰り返すことにより、半導体ウエハ上に所望の回路が形成される。

【0004】

図 4 に、例えば特許文献 1 に示されるような E U V 露光装置の一例を示す。原板としてのマスク 1201 に形成されたパターンを、投影光学系 1204 を介して基板としてのウエハ 1205 上に転写する。この露光装置は、反射型マスク 1

201と、反射光学系によって構成された投影光学系1204と、マスク1201を保持するマスクステージ1202と、ウエハ1205を保持するウエハステージ1206とを具備し、波長5～15nm（軟X線領域）に発振スペクトルを有するEUV（Extreme Ultra Violet）光を露光光として使用する。

【0005】

【特許文献1】

特開平11-243052号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、EUV露光装置には、走査露光のためにマスクステージとウエハステージに高い同期精度が要求されると同時に、高い生産性（スループット）も要求される。

【0007】

マスクステージとウエハステージのステージ性能を阻害する一つの要因としては、熱による構造体の変形がある。ステージの一部を構成するウエハ支持部材やマスク支持部材にSiC等の低熱膨張材を用いた場合でも、0.001℃以下のレベルで温度制御を行わなくては、ステージ性能に影響がでる可能性がある。一方、高い生産性のために高加速度でウエハとマスクを移動させる場合には、ステージを駆動するリニアモータ等の電磁力モータの発熱が問題となる。ステージの加速度が2倍になると、発熱は2乗で効いてくるため4倍になってしまう。ウエハやマスクを大ストロークで移動させるための電磁力モータは、ステージ内での発熱の9割以上を占める。

【0008】

EUV露光装置は、真空雰囲気中でマスクパターンをウエハに投影露光するので、空気中や窒素等の不活性ガス雰囲気中でマスクパターンをウエハに投影露光する装置に比べて、電磁力モータのコイルからの発熱が空気や不活性ガスを介してマスクステージやウエハステージに伝熱されてしまうという問題がなく、この点で有利である。EUV露光装置では、電磁力モータのコイルからの発熱がマス

クステージやウエハステージを支持する部材を介して定盤等の装置構成部材に伝達されないようにすれば、上述したステージ性能に影響を与えないようにするために電磁力モータのコイルからの発熱を防止する必要がある。

【0009】

しかしながら、真空雰囲気中であるために電磁力モータのコイルからの発熱がマスクステージやウエハステージに伝熱されてしまうという問題がないということは、換言すれば、電磁力モータのコイルで発生した熱は電磁力モータ内に蓄積されてしまうということを意味する。このことは、電磁力モータのコイルが自身で発生した熱により加熱損傷してしまうという問題を提起する。

【0010】

そこで、本発明の課題は、EUV露光装置において、ステージ駆動用の電磁力モータのコイルが自身で発生した熱により加熱損傷してしまうのを防止することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明のEUV露光装置は、原板ステージ上の原板のパターンを基板ステージ上の基板に真空雰囲気内で露光するEUV露光装置において、前記原板ステージと前記基板ステージの少なくとも一方を駆動する真空雰囲気内の電磁力モータと、前記電磁力モータの発熱による前記電磁力モータの過熱破損を防止するために前記電磁力モータを冷却する冷却手段を有する。

【0012】

(作用)

本発明によれば、EUV露光装置において、電磁力モータの過熱破損を防止した高精度な露光を行うことができる。

【0013】

冷媒を循環させて電磁力モータを冷却することで過熱破損を防止するのがより好ましく、冷媒温度をウエハもしくはマスク温度よりも低温とすれば、冷媒流量を小さくできる。

【0014】

マスク及び／またはウエハ、及びそれぞれの支持部材の少なくとも一方を電磁力モータの発熱部分と非接触に分離すれば、発熱部分の熱がウエハもしくはマスクに伝わらない。

【0015】

マスクステージ及び／またはウエハステージに対して電磁力を利用して非接触に駆動できる微動機構を設ければ、ステージの熱がウエハもしくはマスクに伝わらない。微動機構はステージに対して非接触に支持されていれば、なお良い。

【0016】

電磁力モータの発熱部分を、マスクステージ及び／またはウエハステージのガイド（定盤等）、もしくはマスクステージ及び／またはウエハステージの位置を計測する計測器、もしくはEUV露光光を調整するための光学系、もしくは露光雰囲気を達成するためのチャンバーの少なくともいずれか一つに対して非接触に分離すれば、電磁力モータの熱が露光精度に影響を与える系に伝わらない。

【0017】

ウエハ及び／もしくはマスクの位置を計測する干渉計システムの計測光路を真空雰囲気内にすれば、位置計測のゆらぎ誤差がなくなるため電磁力モータの許容表面温度を大幅に緩めることが可能となる。

【0018】

更に、本発明のEUV露光装置を利用して半導体デバイスを製造すれば、集積度の高いデバイスを高いスループットで生産することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、本発明にかかる実施形態を図面を参照して説明する。

【0020】

図1は本発明のEUV露光装置の構成を説明する図である。本実施形態でのEUV露光装置は、ウエハ上のショット領域間のステップ移動とショット領域のスキャン露光を繰り返して、ウエハ上の各ショット領域の露光を行う所謂ステップアンドスキャン露光を行うものである。このEUV露光装置は、ウエハステージ部Aと、光学システム12で形成される光学系Cと、マスクステージ部Bに分か

れて、その内部を真空雰囲気とする真空チャンバー 10 内に設置され、それぞれのチャンバー 10 内は対応する真空ポンプ 11 により高真空に保たれている。

【0021】

図 2 に示したウエハステージを図 1、図 3 を参照しながら説明する。図 2 に示したウエハステージは、電磁力モータとしての Y リニアモータ 3 で発生した力を Y スライダー 7 a で伝えて X Y スライダー 13 をステージ定盤 6 上で Y 軸方向に動かし、電磁力モータとしての X リニアモータ 3 で発生した力を X スライダー 7 b で伝えて X Y スライダー 13 をステージ定盤 6 上で X 軸方向に動かす（図 1 では X 軸のみ図示）。

【0022】

ウエハステージ上には、6 軸（X 軸、Y 軸、Z 軸と各軸の回転方向）の微動ステージ 2 が設けられ、その上部に保持される基板としての半導体ウエハ 1 b を高精度に 6 軸方向の位置決めを可能としている。微動ステージ 2 は、微小位置決め用の電磁力モータとしてのリニアモータ 14（一部のみ図示）と、ウエハステージの加減速時における力伝達用の電磁継ぎ手 15 を有しており、X Y スライダー 13 に対して非接触にウエハ 1 b を移動させることができる。

【0023】

微動ステージ 2 のウエハ 1 b 側の部材は、微動ステージ 2 の X Y スライダー 13 側の部材に対してバネ性が無視できる磁石反発支持機構で、互いが非接触となるように支持されている。これにより、微動ステージ 2 のウエハ 1 b 側の部材（位置決め部）に外乱振動等が入ってくることが遮断されている。

【0024】

図 3 に示すように、リニアモータ 3 は、コイルを有する固定子 150 とスライダー 7（Y スライダー 7 a または X スライダー 7 b）に設置された磁石 102 を有する可動子 100 で構成されており、固定子 150 と可動子 100 は非接触に分離されている。固定子 150 は図 1 に示す真空用静圧パット 5 により定盤 6 に対して非接触にガイドされ、リニアモータ 3 で発生する反力を吸収しながら移動するようになっている。

【0025】

可動子 100 が接続されている Y スライダ 7 a または X スライダ 7 b は、真空用静圧パット 5 で定盤 6 に対して非接触にガイドされており、X Y スライダ 13 に対しては不図示の電磁ガイドにより非接触にガイドされている。X Y スライダ 13 も真空用静圧パット 5 で定盤 6 に対して非接触にガイドされている。本実施形態では、ウエハステージの全ての主な構造体が互いに非接触に浮上している状態に保たれている。

【0026】

次に、マスクステージについて説明する。マスクステージは基本的にウエハステージの天地逆の構成で、その構造はウエハステージと同様で、6 軸方向に位置決めが可能となっている。しかし、X リニアモータ 3 及び X スライダ 7 b に相当する構成はなく、X 軸方向は 6 軸微動機構 2 のストローク範囲内でのみ可動になっている。つまり、走査露光の際に移動する Y 軸方向は不図示の大ストローク駆動機構上に小ストローク駆動機構が構成されているのに対し、X 軸方向は小ストローク駆動機構のみで構成されている。

【0027】

このように、ウエハステージ及びマスクステージを多軸構成にすることで、より高精度な自由度の高い位置決めが可能となり、走査露光時の同期誤差等に柔軟に対応することが可能となる。また、マスク 1 a やウエハ 1 b の搬送系からの受け渡し誤差（基板の設置ずれ）に対しても柔軟に補償することが可能となっている。

【0028】

ところで、ウエハステージ及びマスクステージのリニアモータ 3 は、真空チャンバー 10 内の真空雰囲気中に設置されているため、図 3 に示すコイルユニット 160 を構成するコイル 161、162 の発熱が、空気や不活性ガスを介して伝達して逃げることがない。このことは、ウエハステージ及びマスクステージにコイル 161、162 の発熱が空気や不活性ガスを媒介として伝達されてしまうことがないという有利な点がある反面、蓄積された熱でコイル 161、162 が過熱破損する恐れがあるという新たな問題を発生させる。

【0029】

そのため、本実施形態のEUV露光装置では、リニアモータ3からその周囲への伝熱を防止するためではなく、コイルユニット160の過熱破損を防止するために、コイル161, 162が破損しない程度にコイルユニット160を冷却する必要がある。本実施形態のEUV露光装置では、この対策として、図1に示すように、ウエハステージ及びマスクステージの各リニアモータ3の固定子に冷媒循環装置4により冷媒を循環させて冷却している。ウエハステージ側のリニアモータ3の固定子の一部及びマスクステージ側のリニアモータ3の固定子は不図示。

【0030】

リニアモータ3の詳細を図3に示す。リニアモータ3は、界磁永久磁石102を有する可動ヨーク101で構成された可動子100と、コイル161, 162と冷却配管153で構成するコイルユニット160が組み込まれた鉄心歯155で構成された固定子150の2つの構成になっている。可動子100と固定子150は、それぞれ独立に定盤6にガイドされ、一定の隙間を保ちながら非接触に分離されている。固定子ヨーク151は冷却配管171を配置した固定子取り付け台170に固定され、図1に示すように、真空用静圧パット5で定盤6に対して非接触にガイドされている。

【0031】

図3のリニアモータ3だけでも駆動装置として機能するが、本実施形態では、図2に示すように、推力定数をかせぐために図3に示すリニアモータ3を2つZ軸方向に沿って上下に対向配置させ、また1つの可動子ヨーク101の上下両面に界磁永久磁石102配置したものを1つのリニアモータ3として機能させている。

【0032】

固定子ヨーク151の発熱部となるコイルユニット160は、固定子ヨーク151が真空雰囲気内に設置されることで、マスクステージやウエハステージ等の他部材（特に位置決め部分）と熱的に切れていることから周囲への影響はほとんど考慮しなくても良い。特に、本実施形態のEUV露光装置では、前述したように固定子150に限らず、殆どの構造部材が互いに非接触にガイドされた構造と

なっているため、真空雰囲気内では熱的に断熱された状態と言ってよい。

【0033】

また、本実施形態のEUV露光装置では、マスクステージやウエハステージのXYZ座標系での位置を計測する測長器としてのレーザ干渉計の位置計測光路を真空雰囲気内としているため、レーザ干渉計9の出力にゆらぎ成分が発生しないようにするために、リニアモータ3からの発熱を防止することも必要はない。

【0034】

このため、本実施形態のEUV露光装置では、空気中や不活性ガス中で露光を行う装置のように、固定子150表面温度を1/1000℃～1/10℃のレベルで温度管理するような高精度な冷却はする必要はなく、冷却循環装置4等の構成を極めて簡単及び単純なものとすることができる。もちろん、固定子150表面温度を1/1000℃～1/10℃のレベルで温度管理するような高精度な冷却を行っても良いが、高精度な冷却に実質的な意味はない。

【0035】

本実施形態のEUV露光装置では、冷却循環装置4に求められる作用はあくまでも過熱防止で構わず、例えばコイル161、162の最高温度が80℃程度（80℃以下）になるように冷却すれば、マスク1aやウエハ1b、及びそれらの支持部材としてのマスクステージやウエハステージの温度変化を1/1000℃以下に保つことが可能である。これにより、冷媒循環装置4の大幅な簡易化が可能となる。

【0036】

空気中や不活性ガス中で露光を行う装置では、冷却対象をウエハ温度に管理するために、冷媒温度をウエハ温度に合わせていたが、本実施形態のEUV露光装置では、固定子ヨーク150の温度は他への影響を与えないため、冷媒温度をウエハ温度より下げる設定も可能である。これにより、冷却方法の自由度を増すことができる。

【0037】

なお、本実施形態では、マスクステージとウエハステージのそれぞれのリニアモータ3に対して冷却を行う場合を示したが、リニアモータ3に対する冷却は必

要に応じてマスクステージとウエハステージの一方のみとしても良い。

【0038】

また、本実施形態では、マスクステージとウエハステージのそれぞれのリニアモータ3をチャンバー10内の真空雰囲気中に配置する構成としているが、これに限るものではなく、どちらか一方のリニアモータ3をチャンバー10の外部に配置するようにしても良い。この場合には、少なくともチャンバー10内に配置された側のリニアモータ3に対して、冷媒循環装置4から冷媒を循環させるようにすれば良い。

【0039】

次に、このEUV露光装置を利用した半導体デバイスの製造プロセスを説明する。図5は半導体デバイスの全体的な製造プロセスのフローを示す図である。ステップ1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行う。ステップ2（マスク作製）では設計した回路パターンに基づいてマスクを作製する。

【0040】

一方、ステップ3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記のマスクとウエハを用いて、上記の露光装置によりリソグラフィ技術を利用してウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ5によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の組み立て工程を含む。ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、ステップ7でこれを出荷する。

【0041】

上記ステップ4のウエハプロセスは以下のステップを有する。ウエハの表面を酸化させる酸化ステップ、ウエハ表面に絶縁膜を成膜するCVDステップ、ウエハ上に電極を蒸着によって形成する電極形成ステップ、ウエハにイオンを打ち込むイオン打ち込みステップ、ウエハに感光剤を塗布するレジスト処理ステップ、上記の露光装置によって回路パターンをレジスト処理ステップ後のウエハに転写

する露光ステップ、露光ステップで露光したウエハを現像する現像ステップ、現像ステップで現像したレジスト像以外の部分を削り取るエッチングステップ、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除くレジスト剥離ステップ。これらのステップを繰り返すことによって、ウエハ上に多重に回路パターンを形成する。

【0042】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、EUV露光装置において、電磁力モータの過熱破損を防止した高精度な露光を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明のEUV露光装置の一実施形態を示す図。

【図2】

図1の実施形態に適用されるウエハステージを示す図。

【図3】

リニアモータの詳細を示す図。

【図4】

EUV露光装置の概略を示す図。

【図5】

半導体デバイスの全体的な製造プロセスのフローを示す図。

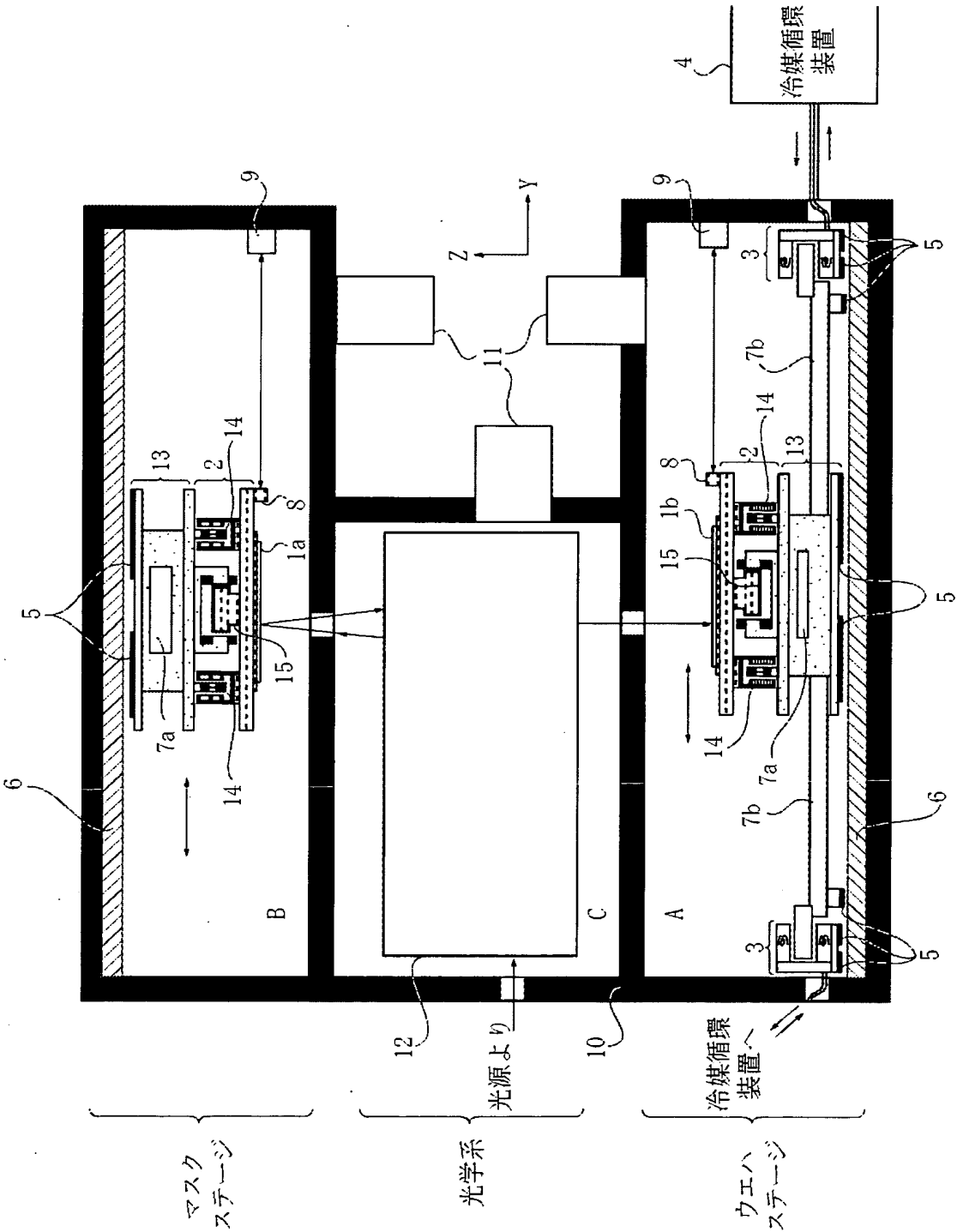
【符号の説明】

- 1 a マスク
- 1 b ウエハ
- 2 微動ステージ
- 3 リニアモータ
- 4 冷媒循環装置
- 5 真空用静圧パット
- 6 定盤
- 7 a Yスライダ

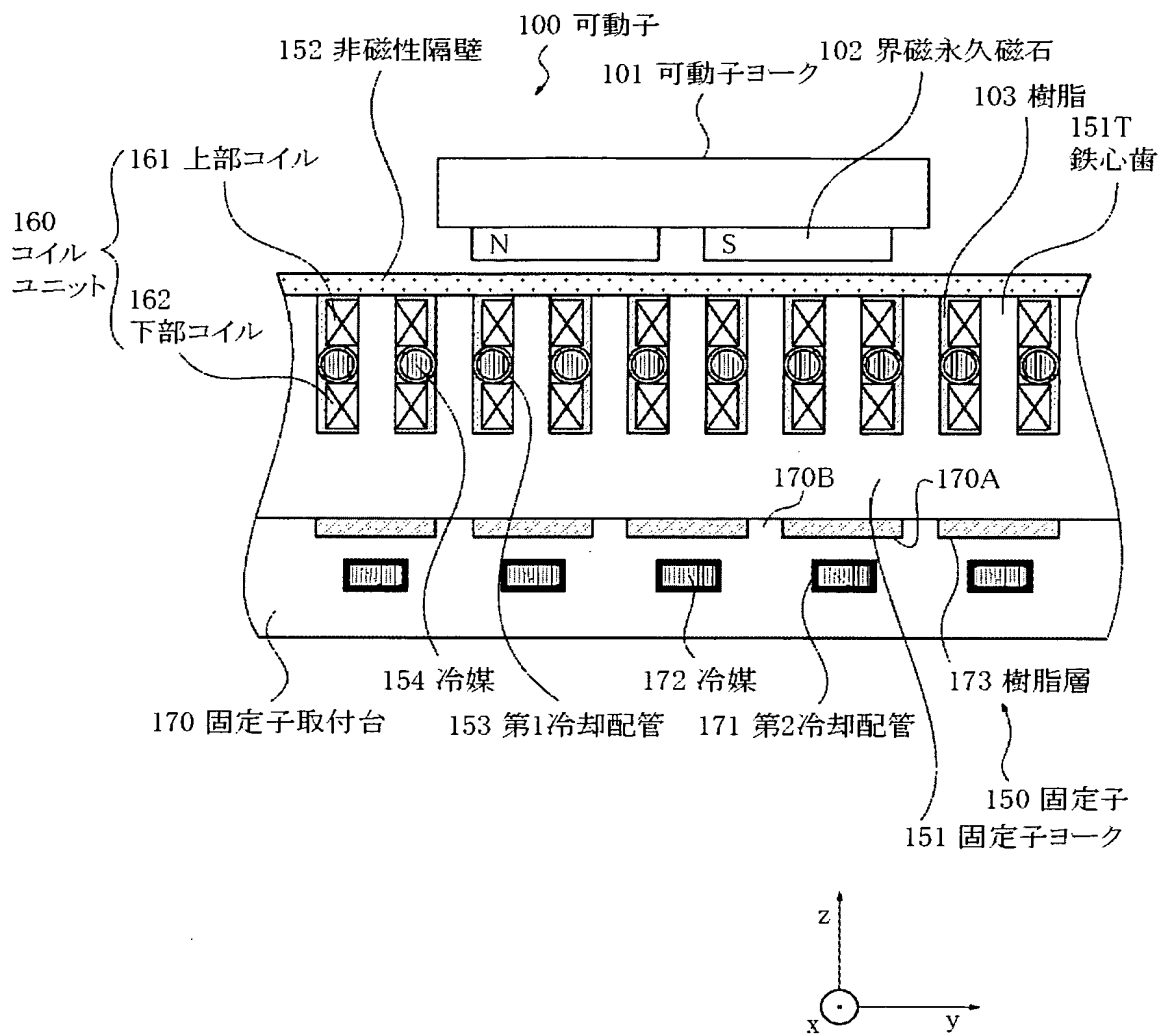
- 7 b Xスライダ
- 8 干渉計ミラー
- 9 干渉計
- 1 0 真空チャンバー
- 1 1 真空ポンプ
- 1 2 光学システム
- 1 3 X Yスライダ
- 1 0 0 可動子
- 1 0 1 可動子ヨーク
- 1 0 2 磁石
- 1 5 0 固定子
- 1 5 1 固定子ヨーク
- 1 5 3 冷却配管
- 1 6 1, 1 6 2 コイル
- 1 6 0 コイルユニット
- 1 7 1 冷却配管

【書類名】 図面

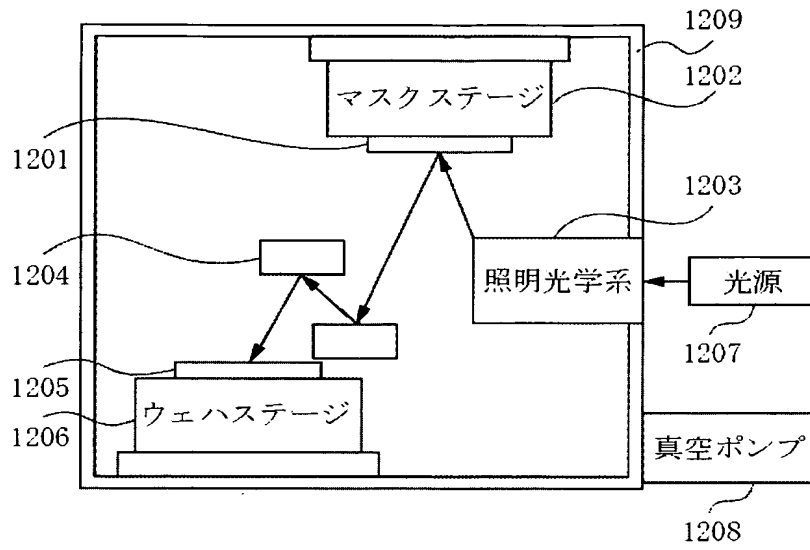
【図 1】



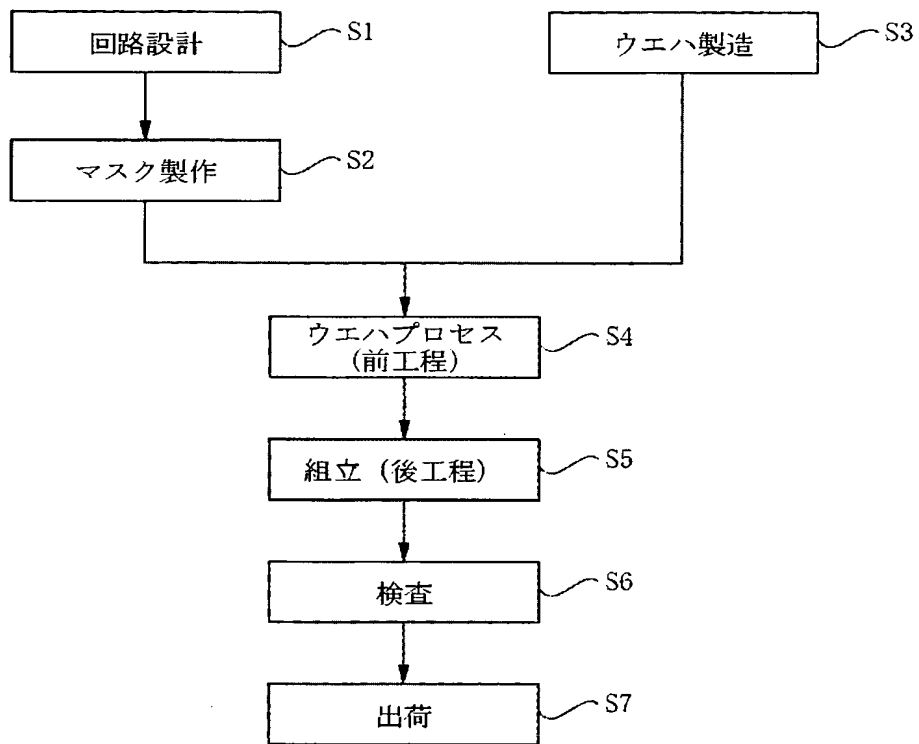
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 E U V 露光装置において、ステージ駆動用の電磁力モータのコイルが自身で発生した熱により加熱損傷してしまうのを防止する。

【解決手段】 マスク 1 a のパターンをウエハ 1 b に真空雰囲気内で露光する E U V 露光装置において、マスクステージとウエハステージの少なくとも一方を駆動する真空雰囲気内の電磁力モータ 3 と、電磁力モータの発熱による電磁力モータの過熱破損を防止するために電磁力モータを冷却する冷却手段 4 を設ける。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 0 8 0 5 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日
[変更理由]

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日
新規登録

住 所
氏 名

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号
キヤノン株式会社